

(4)



⑯ BUNDESREPUBLIK
DEUTSCHLAND



DEUTSCHES
PATENTAMT

⑯ **Gebrauchsmuster**
⑯ **DE 297 19 250 U 1**

⑯ Int. Cl. 6:
A 61 B 5/103

⑯ Aktenzeichen: 297 19 250.7
⑯ Anmeldetag: 30. 10. 97
⑯ Eintragungstag: 7. 5. 98
⑯ Bekanntmachung im Patentblatt: 18. 6. 98

⑯ Inhaber:

Hauptverband der gewerblichen
Berufsgenossenschaften eV, 53757 Sankt Augustin,
DE

⑯ Vertreter:

Harwardt Neumann Patent- und Rechtsanwälte,
53721 Siegburg

⑯ Körperbelastungsmeß- und Analysesystem

DE 297 19 250 U 1

30.10.97

Körperbelastungsmeß- und Analysesystem

Beschreibung

Die Erfindung betrifft ein System zur kontinuierlichen, automatisierten Erfassung und Analyse der Körperhaltung, von Körperbewegungen und von gehandhabten Lastgewichten, das aus Sensoren zur Bestimmung der Gelenkwinkel sowie der Lage der Wirbelsäule im Vergleich zur Senkrechten sowie ihrer Torsion, einer Controlereinheit zur getakteten Abfrage der Sensoren, einer Speichereinheit zur Speicherung der gewonnenen Signale, einem Fußdruckmeßsystem zur Ermittlung der Bodenreaktionskräfte und der Lage des idealisierten Kraftangriffspunktes, Batterien zum netzunabhängigen Betrieb der genannten Einheiten, Befestigungsmitteln, die eine im Rahmen der erforderlichen Meßgenauigkeit reproduzierbare Positionierung der Sensoren auf der Kleidung über den interessierenden Gelenken bzw. der Wirbelsäule gestatten, sowie Methoden zur Auswertung der gewonnenen Daten besteht. Es dient vorzugsweise zur Ermittlung der Belastung der Wirbelsäule bei beruflichen Tätigkeiten im Sinne der Prävention, der unterstützenden Beweisführung im Rahmen von Berufskrankheiten-Feststellungsverfahren sowie zur Feststellung von bereits bestehenden Funktionseinschränkungen.

Bisher bekannte Haltungmeßsysteme lassen nur die Bestimmung von Bewegungen und Positionen einzelner Körperteile zu, z. B. US Pat. Nr. 5,012,810 Bewegungen der Wirbelsäule (ohne Raumbezug), benötigen zum Betrieb den Anschluß an äußere Speicher- und Auswertungseinrichtungen oder eine Stromversorgung, wie das von Morlock et al. (Prävention von berufs- und arbeitsbedingten Gesundheitsstörungen und Erkrankungen, 2. Erfurter Tage, Dokumentation des 2. Symposiums der Erfurter Tage der BGNG, Dezember 1995, Hrsg.: S. Radandt, R. Grieshaber, W. Schneider, monade Verlag und Agentur, Rainer Rodewald, Leipzig 1996, Seiten 215 - 238, ISBN 3-00-000673-7), oder sie sind von vornherein für Messungen an dafür ausgerüsteten Plätzen vorgesehen, wie alle Systeme, die mit Markern am Körper der zu untersuchenden Person und mehreren Kameras arbeiten (z. B. in: Deuretzbacher, Rehder, „Ein CAE-basierter Zugang zur dynamischen Ganzkörpermodellierung - Die Kräfte in der lumbale Wirbelsäule beim asymmetrischen Heben“, Biomedizinische Technik 40, 1995, 93 - 98).

Ziel der vorliegenden Erfindung ist es, die zur Beurteilung der Belastung des Skeletts, insbesondere der Wirbelsäule, erforderlichen Daten direkt am Arbeitsplatz, ohne störende Meß- oder Versorgungskabel über einen Zeitraum einer Arbeits-

schicht zu gewinnen, zwischenzuspeichern und nach Beendigung der Tagesschicht mit geeigneten Methoden zu analysieren.

Auf diese Weise lassen sich sowohl Aussagen zur Gesamtbelastung als auch zu durch einzelne Arbeitsschritte zustandekommenden äußeren Belastungen des Skeletts oder von Skeletteilen ableiten. Unter Nutzung der mit dem Meßsystem gewonnenen Daten lassen sich unter Zugrundelegung eines geeigneten biomechanischen Modells des menschlichen Körpers auch dynamische Vorgänge in die Belastungsbestimmung einbeziehen. Damit ist eine den Grundsätzen und Genauigkeitsansprüchen für Belastungs- und Beanspruchungskonzepte, wie sie z. B. in der Prävention üblich sind, entsprechende umfassende Analyse der ausgeführten Tätigkeiten möglich.

Der Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, ein Meß- und Analysesystem zur kontinuierlichen Erfassung und Bewertung der Körperhaltung, von Körperbewegungen und der gehandhabten Lastgewichte zu schaffen, das unabhängig von Speicher-, Auswertungs- und Versorgungsmitteln direkt am Arbeitsplatz eingesetzt werden kann und die zu untersuchende Person in ihrer Tätigkeit nicht behindert.

Die Erfindung wird im folgenden genauer beschrieben, wobei die Zeichnungen der Veranschaulichung dienen.

Die Zeichnungen zeigen:

Fig. 1 die Anbringung der Knie- und Hüftwinkelmeßgeber,

Fig. 2 die Anbringung der Meßgeber zur Bestimmung der Position der Wirbelsäule einschließlich einer der Längenanpassung dienenden Führung des Torsions-Stellgliedes, der Controller- und Speichereinheiten für das Körperhaltungs- und Bodenreaktionskraftmeßsystem,

Fig. 3 die Anbringung der Energieversorgungsquellen,

Fig. 4 ein Ablaufschema für die Bestimmung des Lastgewichtes,

Fig. 5 ein Ablaufschema für die Zuordnung von gemessenen Körperhaltungen und Lastgewichten zu vorbestimmten Haltungen und Gewichten,

Fig. 6 ein Ablaufschema für die Belastungsermittlung an einem Gelenk oder einer Stelle der Wirbelsäule mittels eines dynamischen Körpermodells,

Fig. 7 ein Ablaufschema für den Vergleich von gemessenen zeitlichen und räumlichen Bewegungsabläufen mit der Norm entsprechenden Verläufen.

Fig. 1 veranschaulicht die Anbringung der Knie- und Hüftwinkelmeßgeber. Die Meßgeber 1 für die Kniewinkel sind an Schienen 2 befestigt, die in der Form dem Unter-

schenkel angepaßt sind und ihrerseits mit Klettbändern 3 am Unterschenkel über der Kleidung befestigt werden. Zum Stellen sowohl der Kniewinkelmeßgeber 1 als auch der Hüftwinkelmeßgeber 4 dienen flexible, der Länge des Oberschenkels anpaßbare und mittels Schnellverschluß 5a leicht trennbare Verbindungen 5. Die Hüftwinkelmeßgeber 4 sind an Formplatten 6 befestigt, die ihrerseits z. B. mit Klettband auf dem dem Hüftumfang des Trägers anpaßbaren Hüftgürtel 7 angebracht sind.

In **Fig. 2** ist die Anbringung der Sensoreinheit 8, die Meßgeber für Flexion und Lateralflexion im Brustwirbelbereich sowie Torsion der Wirbelsäule aufnimmt, auf der stabilen, atmungsaktiven Weste 9 dargestellt. Auf der Weste 9 sind weiterhin die Controller- und Speichereinheiten 10 und 11 für das Körperhaltungsmeßsystem bzw. das Bodenreaktionskraftmeßsystem angebracht. Auf dem Hüftgürtel 7 ist die Sensoreinheit 12, die Sensoren für die Flexion der Wirbelsäule im Lendenwirbelbereich enthält, angebracht. An dieser Sensoreinheit 12 ist weiterhin eine verdrehsichere Führung 13 für das flexible Stellglied 14 des Torsionsmeßgebers befestigt.

Fig. 3 zeigt die Anbringung der Energieversorgungsquellen(n) 15 auf der Weste 9 sowie die Anbringung der Sensoreinheiten 8 und 12 sowie der Controller-Einheit 11 von der Seite.

Das methodische Vorgehen beim Bestimmen der aufgenommenen Last ist als Ablaufschema in **Fig. 4** dargestellt. Für jeden Abtastzyklus werden Winkelgeschwindigkeit und Winkelbeschleunigung aus den mit dem erfindungsgemäßen Meßsystem gemessenen Winkeln berechnet. Daraus wird unter Einbeziehung der anthropometrischen Daten die Bodenreaktionskraft berechnet. Anschließend wird durch Vergleich der mittels Fußdruckmeßsystem gemessenen und der über die Körperwinkel berechneten Bodenreaktionskraft die aufgenommene Last bestimmt.

Fig. 5 gibt schematisch die Methode zur Zuordnung der gemessenen Körperhaltungen und Lastgewichte zu vorbestimmten Werten und ihre Weiterverarbeitung an. Die erhaltenen Ergebnisse können in einem weiteren Schritt unter Einbeziehung medizinischer Wertungen zu Aussagen über notwendige Änderungen der untersuchten Tätigkeiten erweitert werden.

In **Fig. 6** ist das Ablaufschema für die Berechnung der Belastung eines Gelenks oder der Wirbelsäule aus den gemessenen zeitlichen Verläufen der Körperwinkel,

30.10.97

der gemessenen Bodenreaktionskräfte, der idealisierten Kraftangriffspunkte und den anthropometrischen Daten angegeben.

Fig. 7 gibt das Ablaufschema für die Feststellung von Funktionseinschränkungen von Gelenken oder der Wirbelsäule an. Aus den zeitlichen Verläufen der Körperwinkel werden Winkelgeschwindigkeit und Winkelbeschleunigung berechnet. Diese werden mit der Norm entsprechenden Werten verglichen. Zusätzlich werden die Winkelbereiche, die bei der Bewegung überstrichen werden, verglichen. Aus den registrierten Abweichungen kann in einem weiteren Schritt auf vorhandene Funktionseinschränkungen geschlossen werden.

Optional können zusätzliche Meßgeber zur Bestimmung der Stellung weiterer Gelenke, insbesondere der Arme angebracht werden. Die Sensoren zur Bestimmung der Neigung von Lenden- und Brustwirbelsäule bestehen vorzugsweise aus einem Gyroskop und zwei Inklinometern, deren Signale getrennt gespeichert und bei der Auswertung gemischt werden, um die Vorteile von Gyroskopen - geeignetes Dynamikverhalten - und Inklinometern - absolute Messung von Winkeln gegen die senkrechte Achse - zu vereinen. Zwei Inklinometer, deren Meßbereiche aneinander anschließen, werden verwendet, um einen Winkelbereich von mehr als 180° überdecken zu können. Die Meßdaten der Sensoren werden mit einer Abtastrate von 20...50 Hz ausgelesen, um auch dynamische Vorgänge erfassen zu können. Sie werden auf einem leicht austauschbaren Speichermedium abgelegt, dessen Kapazität so bemessen ist, daß die gesamten Daten einer Arbeitsschicht gespeichert werden können. Dafür geeignet sind z. B. Flashkarten, die es mit genügend großer Kapazität gibt. Die gespeicherten Daten werden nach Ende der Messung in einen Computer eingelesen und, wie vorne beschrieben, ausgewertet. Zur Bestimmung der Gewichtskraft (Körper- und Lastgewicht) und ihrer Verteilung über den Fußsohlen wird ein kommerzielles Fußdruckmeßsystem, z. B. Fa. novel, München, mit eigenem tragbaren Mikrorechner und Speichereinheit 11 verwendet, das über einen Synchronisierimpuls die zeitsynchrone Abtastung der Körperwinkel mit dem vom beschriebenen Meßsystem steuert.

02.04.98

1

Hauptverband der gewerblichen
Berufsgenossenschaften e.V.
Alte Heerstraße 111
53757 Sankt Augustin

31. März 1998
Hw/lem (0867)
P97597DE00

Körperbelastungsmeß- und Analysesystem

Schutzansprüche

1. Meßsystem zur Erfassung der Körperhaltung und von Körperbewegungen gekennzeichnet durch

reproduzierbar über den interessierenden Körpergelenken und der Wirbelsäule anbringbare Winkelsensoren sowie durch Meß- und Speicherelektroniken und Energieversorgungsquellen und ferner durch die Lage der Wirbelsäule zu einer senkrechten Achse an wenigstens zwei Stellen erfassende Sensorenkombinationen, welche jeweils ein Inklinometer und ein Gyroskop umfassen.

2. Meßsystem nach Anspruch 1,

dadurch gekennzeichnet,

daß zwei Inklinometer verwendet werden, um einen Winkelbereich größer 180° überdecken zu können.

3. Meßsystem nach einem der Ansprüche 1 oder 2,

dadurch gekennzeichnet,

daß eine Auswerteinheit zur Wichtung der ihr zugeleiteten Ausgangssignale der Inklinometer und des Gyroskops und zu

02.04.96

2

deren Zusammenfassung zu einem Wert vorgesehen ist.

4. Meßsystem nach Anspruch 3,

dadurch gekennzeichnet,

daß zusätzlich ein Fußdruckmeßsystem zur Erfassung der Bodenreaktionskraft mit gleicher Abtastrate wie die Körperhaltungsmittel vorgesehen ist.

5. Meßsystem nach Anspruch 4,

dadurch gekennzeichnet,

daß Mittel zur synchronen Abfrage der Haltungssensoren und des Fußdruckmeßsystems vorgesehen sind..

6. Meßsystem nach einem der Ansprüche 3 oder 5,

dadurch gekennzeichnet,

daß die Kniewinkelsensoren (1), vorzugsweise Potentiometer, an Schienen (2) befestigt sind, die über der Kleidung am Unterschenkel befestigbar und zur Position des Kniegelenkes justierbar sind.

7. Meßsystem nach Anspruch 6,

dadurch gekennzeichnet,

daß die Hüftwinkelsensoren (4), vorzugsweise Potentiometer, auf Formplatten (6) befestigt sind, die an einem über der Kleidung tragbaren Hüftgurt (7) frei justierbar anbringbar und zur Position der Hüftgelenke justierbar sind.

8. Meßsystem nach Anspruch 7,

dadurch gekennzeichnet,

daß der Hüftwinkelsensor (4) und der Kniewinkelsensor (1) jeweils einer Körperseite mittels einer flexiblen, durch einen Schnellverschluß 5a trennbaren Verbindung 5 entsprechend der eingenommenen Körperhaltung gestellt werden.

9. Meßsystem nach Anspruch 8,

dadurch gekennzeichnet,

daß die Sensorkombinationen am Hüftgurt (7) zur Messung der Flexion der Lendenwirbelsäule in der Sagittalebene relativ zur senkrechten Achse befestigt sind.

10. Meßsystem nach Anspruch 9,

dadurch gekennzeichnet,

daß die Sensorkombinationen an einer über der Kleidung zu tragenden Weste (9) zur Messung der Flexion der Brustwirbelsäule in der Sagittalebene relativ zur senkrechten Achse befestigbar sind.

11. Meßsystem nach Anspruch 10,

dadurch gekennzeichnet,

daß zur Messung der Flexion der Brustwirbelsäule in der Lateralalebene relativ zur senkrechten Achse ein Inklinometer vorgesehen ist, das im Brustwirbelbereich an der Weste (9) anbringbar ist.

12. Meßsystem nach Anspruch 11,

dadurch gekennzeichnet,

daß zur Messung der Verdrehung der Wirbelsäule zwischen Lendenwirbelbereich und Brustwirbelbereich ein Potentiometer vorgesehen ist, das über dem Brustwirbelbereich an der Weste (9) anbringbar ist und über eine torsionsfreie Verbindung (14) zu einer über den Lendenwirbelbereich an dem Hüftgürtel (7) angebrachten Führung (13), die der Anpassung an Längenveränderungen dient, gestellt wird.

13. Meßsystem nach Anspruch 12,

dadurch gekennzeichnet,

daß an der Weste (9) eine Energieversorgungsquelle (15), eine Mikrorechnereinheit (10) zur Ansteuerung und Abfrage der Sensoren und eine Speichereinheit befestigt sind.

14. Meßsystem nach den Ansprüchen 5 und 13,

dadurch gekennzeichnet,

daß Mittel zur Bestimmung der gehandhabten Last aus den mit dem Meßsystem registrierten Körperhaltungs- und Bodenreaktionskraftmeßdaten vorgesehen sind.

15. Meßsystem nach einem der vorangehenden Ansprüche gekennzeichnet durch

Mittel zum kontinuierlichen Vergleich und zur Zuordnung der ermittelten Körperhaltungs- und Lastgewichtsdaten zu vorbestimmten Körperhaltungen und Lastgewichten sowie deren Wichtigung.

16. Meßsystem nach einem der vorangehenden Ansprüche,

dadurch gekennzeichnet,

daß Mittel zur Bestimmung der auf bestimmte Skeletteile,

02.04.93

5

insbesondere die Wirbelsäule, wirkenden Kräfte und ihres zeitlichen Verlaufs aus den ermittelten Körperhaltungs- und Lastgewichtsdaten anhand eines dynamischen Modells des menschlichen Körpers vorgesehen sind.

17. Meßsystem nach einem der vorangehenden Ansprüche,

dadurch gekennzeichnet,

daß Mittel zum Vergleich der ermittelten und zeitlichen und räumlichen Bewegungsverläufe von Gelenken oder der Wirbelsäule mit vorgegebenen Normwerten zur Feststellung von Funktionseinschränkungen vorgesehen sind.

30.10.97

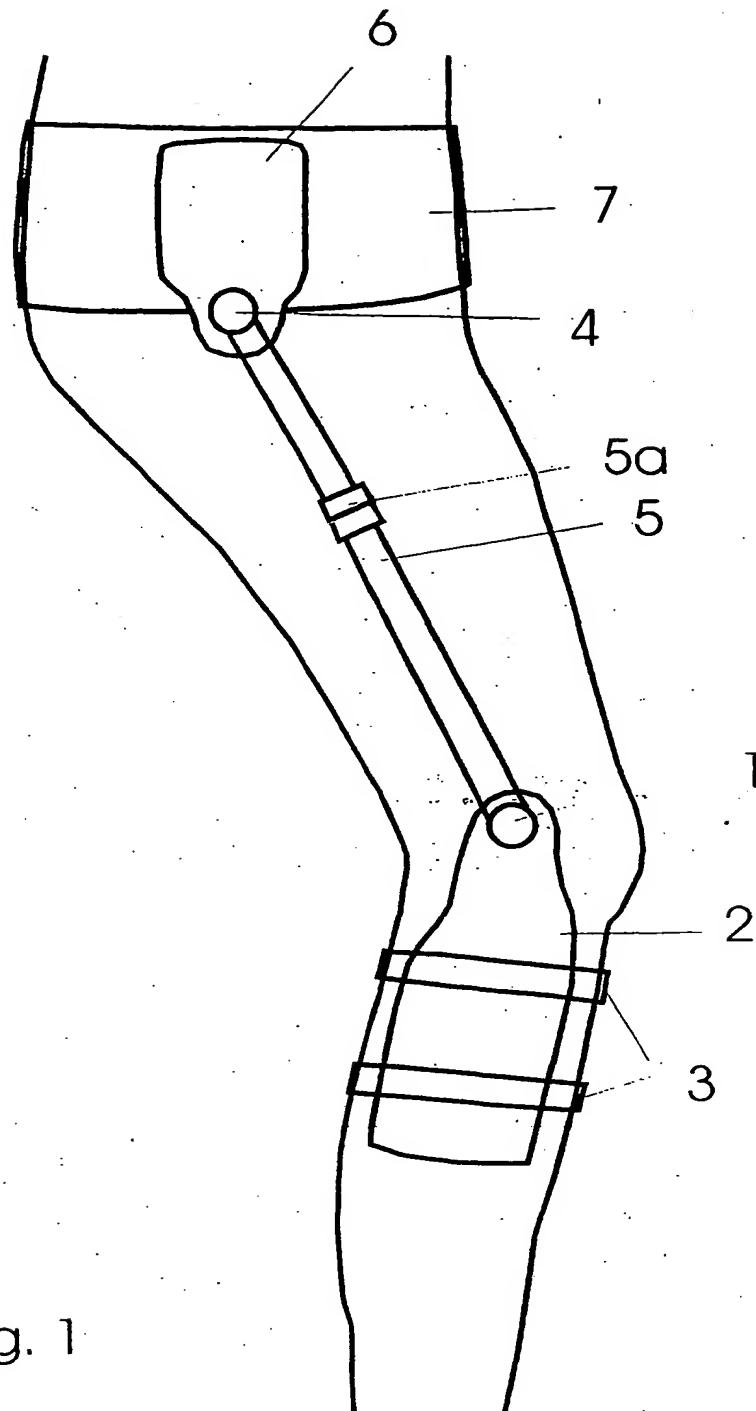


Fig. 1

30.10.97

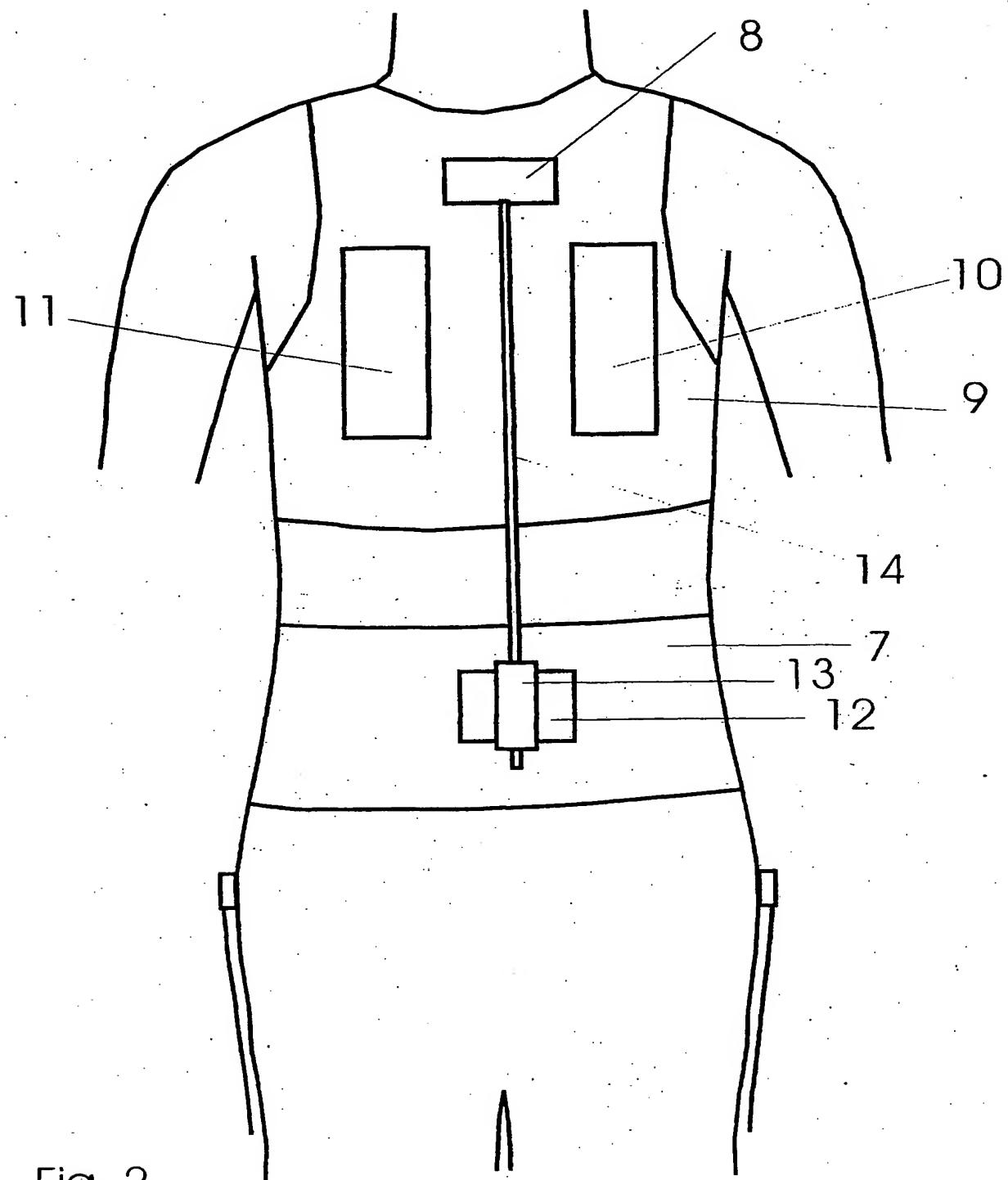


Fig. 2

30.10.97

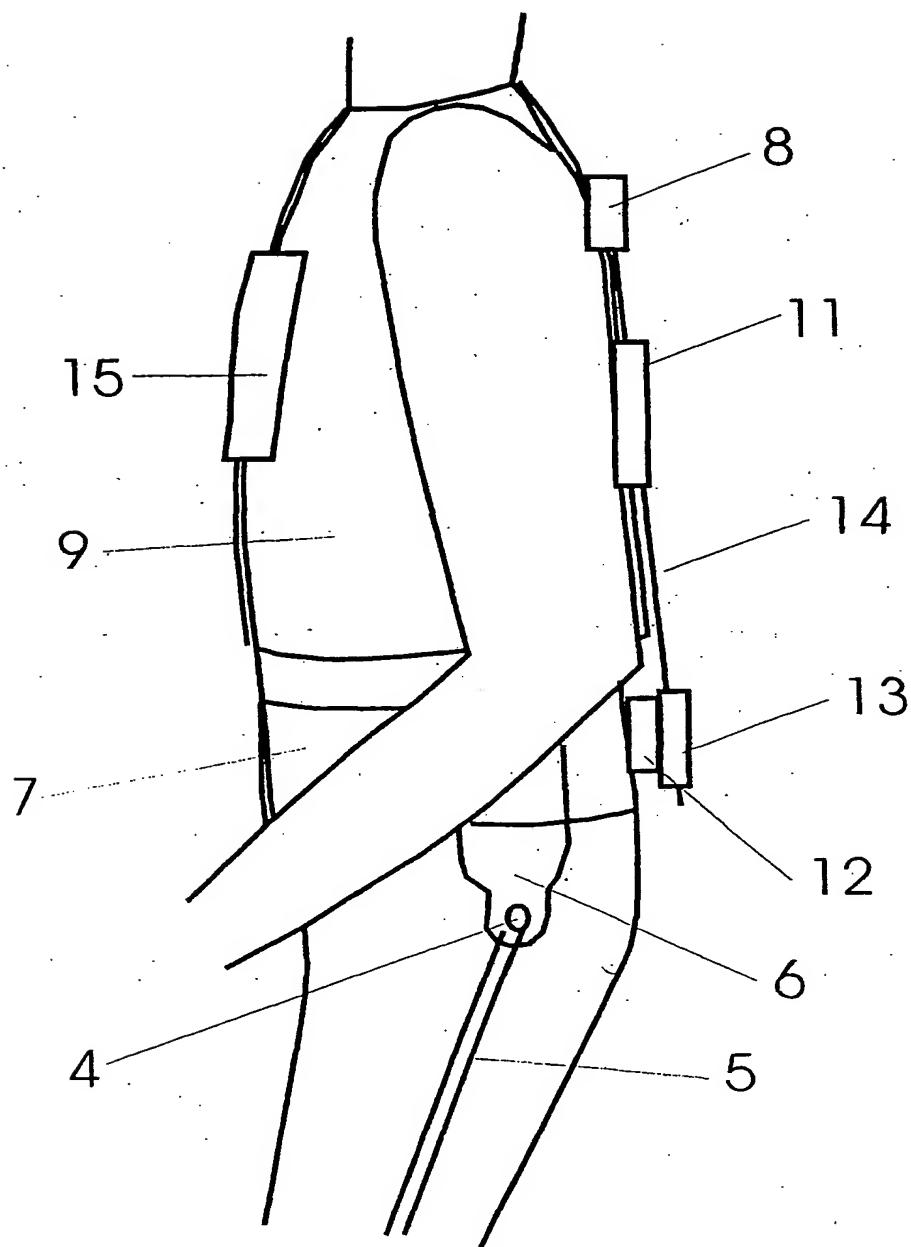


Fig. 3

30.10.97

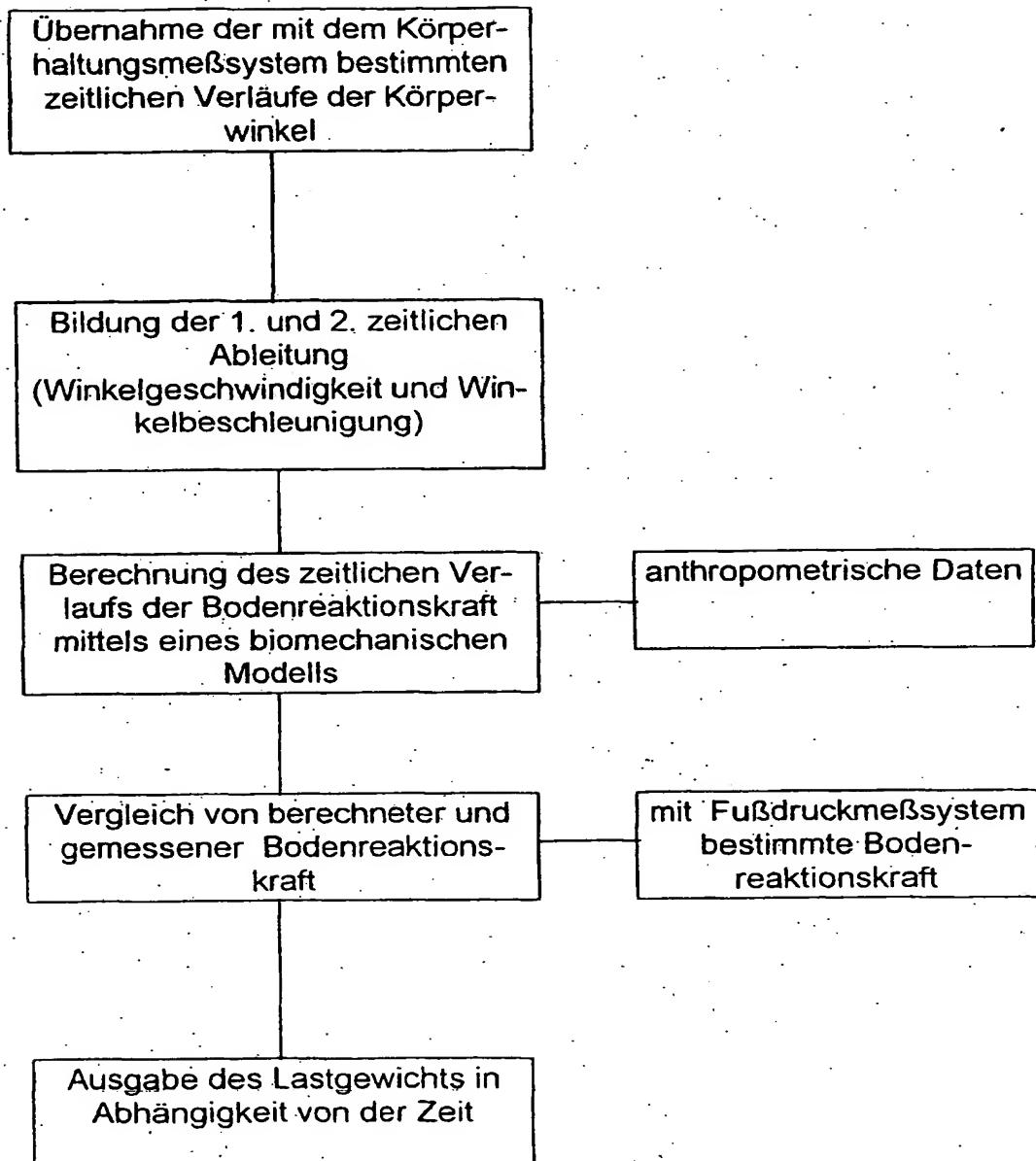


Fig. 4

30.10.97

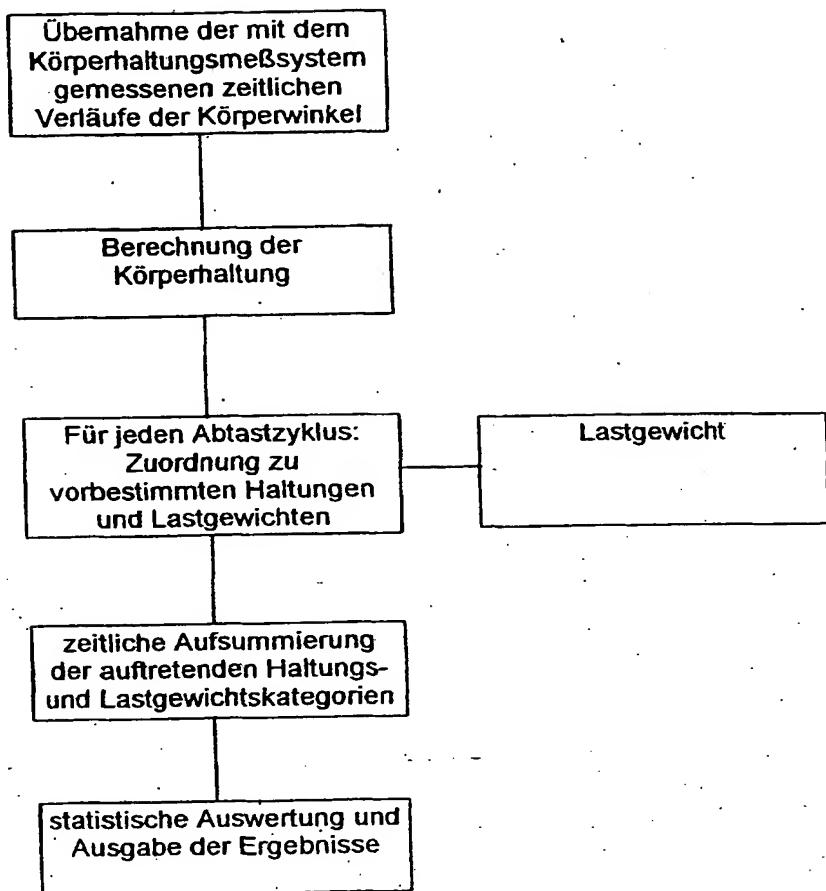


Fig. 5

30.10.97

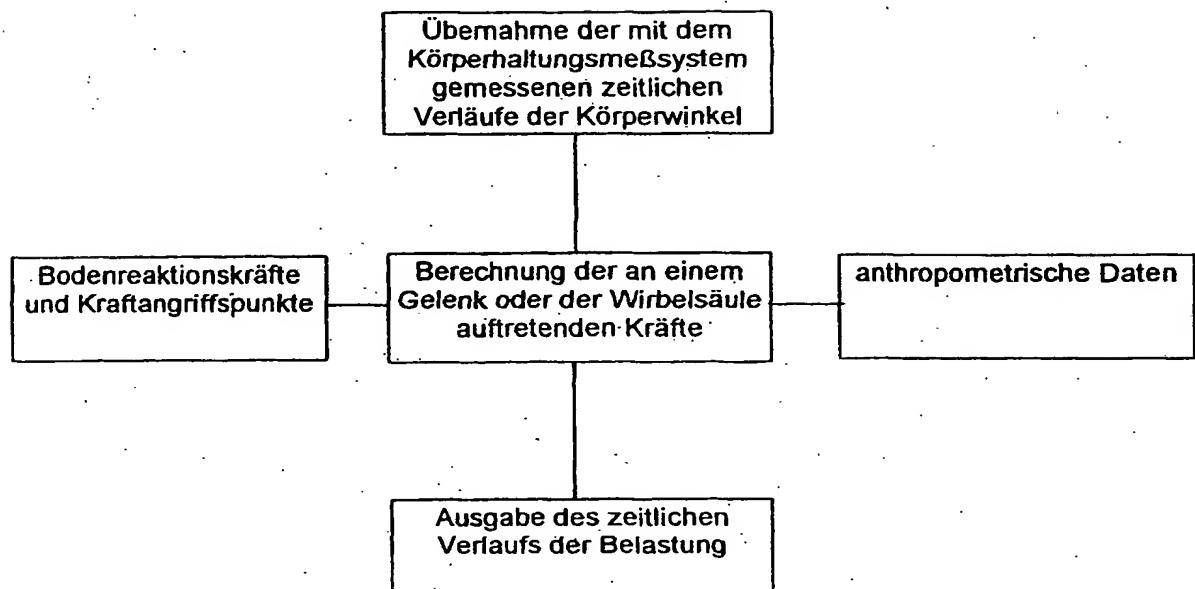


Fig. 6

30.10.97

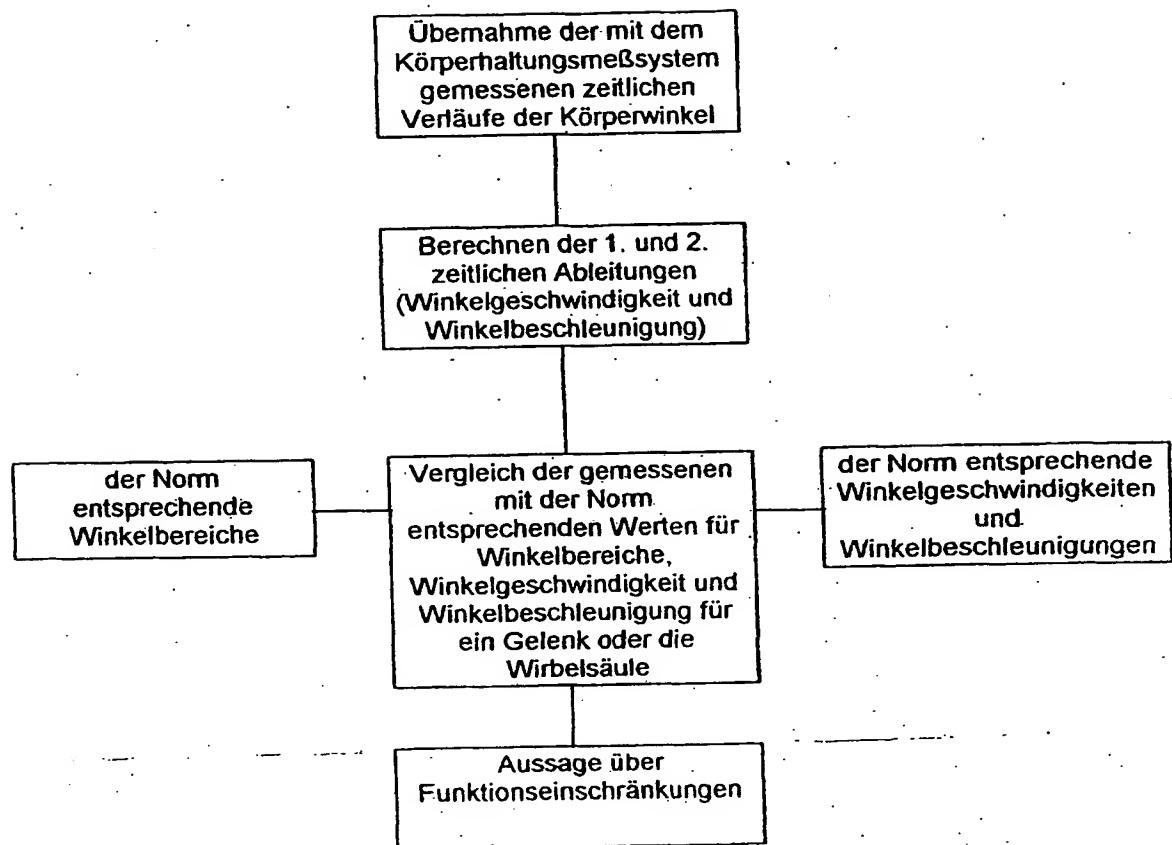


Fig. 7

**This Page is Inserted by IFW Indexing and Scanning
Operations and is not part of the Official Record**

BEST AVAILABLE IMAGES

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images include but are not limited to the items checked:

- BLACK BORDERS**
- IMAGE CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES**
- FADED TEXT OR DRAWING**
- BLURRED OR ILLEGIBLE TEXT OR DRAWING**
- SKEWED/SLANTED IMAGES**
- COLOR OR BLACK AND WHITE PHOTOGRAPHS**
- GRAY SCALE DOCUMENTS**
- LINES OR MARKS ON ORIGINAL DOCUMENT**
- REFERENCE(S) OR EXHIBIT(S) SUBMITTED ARE POOR QUALITY**
- OTHER:** _____

IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.

As rescanning these documents will not correct the image problems checked, please do not report these problems to the IFW Image Problem Mailbox.

THIS PAGE BLANK (USPTO)